

**Министерство образования Республики Беларусь
Учебно-методическое объединение по естественнонаучному образованию**

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь

В.А.Богуш

07.09.2015

Регистрационный № ТД-С. 538 /тип.

МЕХАНИКА

**Типовая учебная программа по учебной дисциплине
для специальностей:**

1-31 04 01 Физика (по направлениям);

1-31 04 06 Ядерная физика и технологии;

1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий;

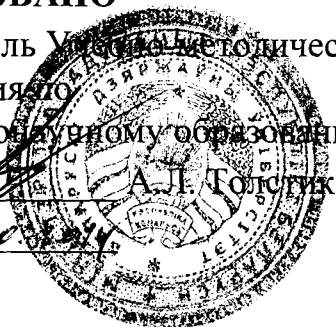
1-31 04 08 Компьютерная физика

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического
объединения по
естественнонаучному образованию

А.Л.Толстух

02.10.2015



СОГЛАСОВАНО

Начальник управления высшего
образования Министерства
образования
Республики Беларусь

С.И. Романюк

07.09.2015

СОГЛАСОВАНО

Проректор по научно-методической
работе Государственного учреждения
образования «Республиканский
институт высшей школы»

И.В.Титович

13.08.2015

Эксперт-нормоконтролер

С.А.Величкова

28.08.2015

Минск 2015

СОСТАВИТЕЛИ:

И.И. Жолнеревич – доцент кафедры общей физики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

А.Р. Филипп - доцент кафедры общей физики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра общей физики Учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»;

Юркевич Н. П. - доцент кафедры «Физика» Белорусского национального технического университета, кандидат физико-математических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой общей физики физического факультета Белорусского государственного университета
(протокол № 7 от 5 февраля 2014 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета
(протокол № 6 от 20 июня 2014 г.);

Научно-методическим советом по физике Учебно-методического объединения по естественному образованию
(протокол № 5 от 23 июня 2014 г.).

Ответственный за редакцию: А.Р. Филипп

Ответственный за выпуск: А.Р. Филипп

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цель изучения учебной дисциплины заключается в усвоении студентами классической и основ релятивистской механики, как науки, опирающейся на фундаментальные законы, обобщающие опытные факты о движении и взаимодействии тел в пространстве и времени и выражающие в математической форме связи между физическими явлениями и величинами. Одной из приоритетных задач курса является формирование у обучающихся знаний и компетенций, на основе которых в дальнейшем можно развивать более углубленное и детализированное изучение других разделов общей физики, а также курсов по теоретической физике и специализированных курсов.

В связи с этим, можно сформулировать следующие задачи изучения дисциплины «Механика»:

- мировоззренческая и методологическая:
необходимо сформировать у студентов единую, стройную, логически непротиворечивую физическую (механическую) картину окружающего мира. Создание такой картины должно происходить путем обобщения экспериментальных данных и построения на их основе моделей наблюдаемых явлений.
- практическая:
в рамках единого подхода классической физики рассмотреть основные механические явления и процессы, происходящие в природе, установить связи между ними, вывести основные законы и получить их выражение в виде математических уравнений. Далее, необходимо научить студентов количественно решать конкретные задачи в рамках принятых приближений.
- исследовательская:
обучить студентов основам постановки и проведения физического эксперимента с последующим анализом и оценкой полученных результатов, включая расчет погрешностей.

В усилении проблемно-исследовательской, практико-ориентированной направленности профессиональной подготовки студентов-физиков, активизации их самостоятельной работы по разрешению ситуаций, имитирующих профессиональные проблемы в будущей научной и производственной деятельности, главная роль отводится лабораторному практикуму и практическим занятиям.

Изложение учебного материала основано на определенных знаниях и представлениях, сформированных в процессе обучения в базовой школе.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- основные понятия и законы механики;
- законы сохранения;
- основы механики сплошных сред;
- общие методы измерений физических величин;

уметь:

- решать задачи по кинематике, динамике, механике сплошной среды;
- использовать законы сохранения при решении задач;

владеть:

- методами экспериментальных исследований механических явлений и процессов;
- методами обработки результатов экспериментальных исследований;
- математическими методами решения задач по механике.

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- владеть системным и сравнительным анализом;
- владеть исследовательскими навыками;
- уметь работать самостоятельно;
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- обладать навыком устной и письменной коммуникации;
- владеть навыками здорового образа жизни;
- уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни;
- обладать навыками гражданственности;
- быть способным к социальному взаимодействию;
- обладать способностью к межличностным коммуникациям;
- быть способным к критике и самокритике (критическое мышление);
- уметь работать в команде;
- применять знания теоретических и экспериментальных основ физики, современных технологий и материалов, методы исследования физических объектов, методы измерения физических величин, методы автоматизации эксперимента;
- использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационные образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов, научное оборудование и аппаратуру;
- проводить планирование и реализацию физического эксперимента, оценивать функциональные возможности сложного физического оборудования;
- пользоваться глобальными информационными ресурсами, компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, научно-технической и патентной литературой;
- применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования, планирования, организации и ведения научно-исследовательской, научно-производственной и научно-педагогической работы;

- владеть знаниями о структурной организации материи, о современных физических методах познания природы;
- пользоваться государственными языками Республики Беларусь и иными иностранными языками как средством делового общения.

При преподавании дисциплины рекомендуется применять активные методы обучения, основу которых составляют технологии проблемного и контекстного обучения, реализуемые на лекционных и практических занятиях, а также рейтинговая система оценки знаний. При чтении лекционного курса рекомендуется применять также мультимедийные средства обучения.

Эффективность работы студента и изучения программы дисциплины в целом проверяется в ходе текущего и итогового контроля знаний. Текущий контроль знаний рекомендуется проводить в форме коллоквиумов, контрольных работ и отчёта по лабораторным работам.

Типовая учебная программа разработана для учреждений высшего образования в соответствии с требованиями образовательных стандартов по специальностям: 1-31 04 01 «Физика (по направлениям)», 1-31 04 06 «Ядерная физика и технологии», 1-31 04 07 «Физика наноматериалов и нанотехнологий», 1-31 04 08 «Компьютерная физика».

Для специальностей 1-31 04 06 «Ядерная физика и технологии», 1-31 04 07 «Физика наноматериалов и нанотехнологий», 1-31 04 08 «Компьютерная физика», 1-31 04 01 «Физика (по направлениям)», для направления специальности 1-31 04 01-01 «Физика (научно-исследовательская деятельность)» программа рассчитана на 278 часов; из них аудиторных – 180 (примерное распределение по видам занятий: лекции – 52, лабораторные занятия – 68, практические занятия – 60).

Для специальности 1-31 04 01 «Физика (по направлениям)», для направлений 1-31 04 01-02 «Физика (производственная деятельность)», 1-31 04 01-03 «Физика (научно-педагогическая деятельность)» и 1-31 04 01-04 «Физика (управленческая деятельность)» программа рассчитана на 262 часа; из них аудиторных – 170 (примерное распределение по видам занятий: лекции – 54, лабораторные занятия – 56, практические занятия – 60).

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№	Название темы	Лекции	Практ. занятия	Лаборат. занятия	Всего
1	Введение. Физические величины и их измерение.	1			1
2	Основы теории погрешностей и методов обработки результатов измерений.	3	2	4	9
3	Кинематика. Кинематика материальной точки. Задачи	4	10	4	20

	кинematики. Кинематика абсолютно твёрдого тела (АТТ).				
4	Динамика. Динамика материальной точки. Фундаментальные силы и взаимодействия. Неинерциальные системы отсчёта (НИСО).	6	6	12	24
5	Работа и энергия.	2	2	4	8
6	Динамика системы материальных точек (СМТ). Уравнение движения СМТ. Энергия СМТ. Столкновения. Динамика тел переменной массы.	6	12	8	26
7	Динамика твёрдого тела (ТТ) при поступательном, вращательном движении вокруг неподвижной оси, плоском движении, вращательном движении вокруг неподвижной точки.	8	10	12	28
8	Всемирное тяготение. Движение тел в гравитационном поле Земли.	2	2	-	4
9	Деформации тел. Деформации растяжения, сдвига, изгиба и кручения.	4	4	8	16
10	Механика жидкостей и газов. Уравнение Бернулли. Вязкость. Тело в потоке жидкости.	4	4	-	8
11	Колебания. Колебания при наличии трения. Вынужденные колебания.	4	4	8	16
12	Волновое движение. Скорость волны. Энергия волны. Звуковые волны.	4	2	8	14
13	Основы специальной теории относительности.	4	2	-	6
	Итого	52	60	68	180

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Введение. Физические величины и их измерение. Физика. Предмет и задачи. Материя и её основные свойства. Основная задача физики. Опыт как основа изучения физических явлений и критерий правильности физических теорий. Роль абстракций и моделей в физике. Предмет и задачи механики.

Физические величины. Измерение физических величин. Размерность физических величин. Принцип построения системы единиц. Основные и производные единицы измерений. Система СИ.

Основные математические сведения, понятия и формулы, необходимые для адекватного изучения учебного материала.

2. Основы теории погрешностей и методов обработки результатов измерений. Источники погрешностей. Случайные и систематические погрешности. Промахи. Абсолютная и относительная погрешности. Методы расчета погрешностей прямых и косвенных измерений, вопросы подготовки и планирования эксперимента.

3. Кинематика. Кинематика материальной точки. Задачи кинематики. Кинематика абсолютно твердого тела (АТТ). Пространство и время. Механическое движение. Системы координат. Измерение времени. Система отсчета. Векторы.

Материальная точка (МТ). Способы описания движения МТ. Перемещение. Путь. Скорость. Ускорение. Тангенциальное и нормальное ускорения.

Определение скорости и ускорения из закона движения МТ. Понятие состояния МТ. Определение закона движения МТ. Начальные условия. Вычисление пути, пройденного МТ.

Модель абсолютно твердого тела. Степени свободы АТТ. Виды и способы описания движения АТТ. Поступательное движение АТТ. Вращение АТТ вокруг неподвижной оси. Плоское движение АТТ. Вращение АТТ, закреплённого в точке. Понятие об углах Эйлера. Связь угловых и линейных характеристик движения произвольной точки АТТ. Мгновенная ось вращения. Инвариантность угловой скорости. Сложение угловых скоростей. Свободное движение АТТ.

4. Динамика. Динамика материальной точки. Фундаментальные силы и взаимодействия. Неинерциальные системы отсчета (НИСО). Закон инерции Галилея. Свободные тела. Инерциальные системы отсчета. Преобразования Галилея. Закон сложения скоростей Галилея. Инвариантность ускорения. Принцип относительности.

Законы динамики (Ньютона). Первый закон. Сила. Масса. Второй закон. Импульс. Принцип независимости действия сил. Третий закон.

Момент импульса. Момент силы. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса для МТ.

Виды фундаментальных взаимодействий. Закон всемирного тяготения. Закон Кулона. Сила Лоренца. Силы в классической механике.

Поступательно движущиеся НИСО. Вращающиеся НИСО. Силы инерции и их проявления. Принцип эквивалентности в общей теории относительности.

5. Работа и энергия. Работа сил. Мощность. Кинетическая энергия. Работа некоторых сил. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия. Связь между силой и потенциальной энергией. Закон сохранения энергии в механике.

6. Динамика системы материальных точек (СМТ). Уравнения движения СМТ. Энергия СМТ. Столкновения. Динамика тел переменной массы. Система материальных точек (СМТ). Импульс системы. Центр масс. Внутренние и внешние силы. Уравнение движения СМТ. Закон сохранения импульса в замкнутой системе. Система центра масс.

Момент импульса СМТ. Собственный момент импульса. Момент сил. Момент сил относительно центра масс. Уравнение моментов. Уравнение моментов относительно центра масс. Закон сохранения момента импульса СМТ.

Работа внутренних сил. Кинетическая энергия системы. Собственная потенциальная энергия СМТ. Закон сохранения энергии в замкнутой системе. Работа внешних сил. Задача двух тел.

Понятие столкновения. Упругое и неупругое столкновения. Абсолютно упругое и абсолютно неупругое столкновения.

Реактивное движение. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.

7. Динамика твердого тела (ТТ) при поступательном, вращательном движении вокруг неподвижной оси, плоском движении, вращательном движении вокруг неподвижной точки. Модель сплошной среды. Центр масс ТТ. Вычисление положения центра масс некоторых тел (примеры).

Динамика ТТ при поступательном движении. Импульс. Момент импульса. Уравнения движения. Трение покоя и скольжения. Явление заноса и застоя.

Динамика ТТ при вращении вокруг неподвижной оси. Импульс. Момент импульса. Момент инерции. Вычисление моментов инерции тел правильной формы (примеры). Теорема Гюйгенса-Штейнера. Кинетическая энергия тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Уравнения движения. Кинетическая энергия тела вращающегося вокруг неподвижной оси.

Динамика ТТ при плоском движении. Импульс. Момент импульса. Уравнения движения. Кинетическая энергия тела при плоском движении. Трение качения.

Динамика ТТ при вращении вокруг неподвижной точки. Импульс. Момент импульса тела. Тензор момента инерции. Главные центральные моменты. Классификация волчков. Тензор момента инерции тел правильной формы (примеры). Уравнение Эйлера. Свободные оси. Нутация. Гироскопы. Прецессия гироскопа. Несвободный гироскоп. Гироскопические силы.

8. Всемирное тяготение. Движение тел в гравитационном поле Земли. Законы Кеплера. Закон всемирного тяготения. Напряженность и потенциал гравитационного поля. Потенциал и напряжённость поля, создаваемого однородным шаром.

Маятник Фуко. Зависимость силы тяжести от географической широты местности. Движение искусственных спутников Земли. Космические скорости. Форма Земли. Приливы.

9. Деформация тел. Деформации растяжения, сдвига, изгиба, кручения. Деформации и напряжения в ТТ. Понятие деформации. Виды деформации. Упругость. Напряжение.

Упругие деформации. Пластичность. Твердость. Прочность. Упругое последствие. Закон Гука. Модуль Юнга. Потенциальная энергия деформации. Коэффициент Пуассона.

Модуль сдвига. Связь между модулями и коэффициентом Пуассона. Энергия упругой деформации.

Изгиб пластины. Стрела прогиба.

Кручение стержня. Модуль кручения. Энергия деформации.

10. Механика жидкостей и газов. Уравнение Бернулли. Вязкость. Тело в потоке жидкости. Свойства жидкостей и газов. Массовые и поверхностные силы. Гидростатика. Закон Паскаля. Закон Архимеда. Плавание тел.

Кинематическое описание движения жидкости. Описание Лагранжа и описание Эйлера. Линия тока. Траектория. Трубка тока. Уравнение неразрывности.

Истечение жидкости из отверстия. Манометр Пито. Течение жидкости по горизонтальным трубам. Сила реакции струи.

Формула Пуазейля. Условия применимости уравнения Бернулли.

Лобовое сопротивление. Вязкое трение. Формула Стокса. Число Рейнольдса. Подъемная сила. Эффект Магнуса. Движение тела под действием силы вязкого трения в поле Земли. Движение тела под действием силы лобового сопротивления в поле Земли.

11. Колебания. Колебание при наличии трения. Вынужденные колебания. Колебательное движение. Пружинный, математический и физический маятники. Гармонические колебания. Энергия гармонических колебаний. Сложение гармонических колебаний. Сложение гармонических колебаний одного направления. Биения. Сложение взаимно-перпендикулярных колебаний одинаковой частоты. Фигуры Лиссажу.

Уравнение затухающих колебаний. Декремент затухания. Добротность. Случай большого трения. Изменение энергии колебаний.

Уравнение вынужденных колебаний. Переходный процесс. Стационарные вынужденные колебания. Резонанс. Связанные системы. Автоколебания. Параметрические и релаксационные колебания

12. Волновое движение. Скорость волны. Энергия волны. Звуковые волны. Волны в сплошной среде. Понятие механической волны. Продольные и поперечные волны. Уравнение плоской монохроматической волны. Волновое уравнение. Скорость волны в твердых телах. Скорость волны в жидкостях и газах.

Объемная плотность энергии волны и ее среднее значение. Плотность потока энергии. Закон обратных квадратов.

Диапазон частот. Высота тона. Звуковое давление. Интенсивность звука. Громкость. Ударные волны.

Интерференция волн. Интерференция волн в трубах. Стоячие волны.

Эффект Доплера.

13. Основы специальной теории относительности. Кинематика специальной теории относительности. Основные представления релятивистской физики. Опыт Майкельсона-Морли. Постулаты Эйнштейна. Преобразования Лоренца. Релятивистский импульс. Основное уравнение релятивистской динамики. Закон взаимосвязи массы и энергии. Связь между энергией и импульсом частицы.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

Основой методики организации самостоятельной работы студентов по курсу общей физики является предоставление студентам необходимой для работы информации, а также обеспечение регулярных консультаций преподавателя и периодичной отчетности по различным видам учебной и самостоятельной деятельности.

В открытом доступе для студентов размещается следующая информация:

- программа курса с указанием основной и дополнительной литературы;
- учебно-методические материалы для практических занятий;
- учебно-методические материалы для работ физпрактикума;
- тематика рефератов и докладов на семинарских занятиях;
- график консультаций преподавателя;
- задания для проведения зачета по практическим занятиям;
- вопросы к экзамену;
- сроки проведения контрольных мероприятий по различным видам учебной деятельности:
 - коллоквиумов по изучаемому материалу;
 - контрольных работ на практических занятиях;
 - промежуточных тематических тестов;
 - отчетов по работам физпрактикума;
 - докладов на семинарских занятиях.
- для дополнительного развития творческих способностей одаренных студентов организуются:
 - студенческие научно-практические конференций, конкурсы;
 - студенческие олимпиады.

Перечень рекомендуемых средств диагностики знаний

1. Отчёты по лабораторным работам;
2. Коллоквиумы - 2;
3. Контрольные работы - 3.

Рекомендации по текущему контролю качества усвоения знаний и проведению аттестации

Аттестация по практическим и лабораторным занятиям проводится в форме зачетов. Текущая аттестация по дисциплине осуществляется на экзамене. Оценка на экзамене выставляется по десятибалльной шкале.

Для текущего контроля и самоконтроля знаний по данной дисциплине рекомендуется использовать тестовые задания по отдельным разделам (темам) дисциплины, коллоквиумы, контрольные работы и устные опросы.

Рекомендуемые темы коллоквиумов

1. Кинематика материальной точки и абсолютно твёрдого тела.
2. Динамика материальной точки, системы материальных точек и твёрдого тела.

Рекомендуемые темы контрольных работ

1. Кинематика материальной точки и абсолютно твёрдого тела.
2. Динамика материальной точки, системы материальных точек и твёрдого тела. Законы сохранения.
3. Деформации тел. Механика жидкостей и газов. Колебания. Волновое движение.

Рекомендуемые темы практических занятий

1. Вводное занятие. Основные математические понятия.
2. Кинематика материальной точки.
3. Прямая задача кинематики.
4. Обратная задача кинематики.
5. Кинематика вращательного движения.
6. Динамика материальной точки.
7. Движение тел в НИСО.
8. Динамика системы материальных точек (СМТ).
9. Закон сохранения импульса СМТ.
10. Реактивное движение.
11. Работа и энергия.
12. Закон сохранения энергии.
13. Закон сохранения импульса и энергии СМТ.
14. Уравнение моментов для СМТ.
15. Закон сохранения момента импульса.
16. Движение тел в гравитационном поле.
17. Моменты инерции твердых тел.
18. Динамика твердого тела.

19. Деформация твердых тел.
20. Динамика жидкости и газа.
21. Колебательное движение.
22. Волновые движения.

Рекомендуемый список лабораторных работ

1. Распределение случайных ошибок; измерение объемов тел правильной формы;
2. Деформации растяжения и изгиба;
3. Сложение гармонических колебаний, фигуры Лиссажу;
4. Определение скорости звука в стали;
5. Определение скорости звука в воздухе методом стоячей волны;
6. Изучение явления Доплера;
7. Изучение динамики вращательного движения с помощью маятника Обербека;
8. Определение ускорения свободного падения при помощи обратного и математического маятников;
9. Изучение соударения шаров на гибком подвесе;
10. Изучение соударения шаров на жестком подвесе;
11. Определение скорости полета пули методом крутильного баллистического маятника;
12. Трение качения;
13. Определение коэффициента трения качения методом колебаний;
14. Изучение законов кинематики и динамики на машине Атвуда
15. Определение момента инерции и проверка закона сохранения энергии при помощи маятника Максвелла;
16. Изучение инерционных свойств твердого тела;
17. Изучение колебаний связанных систем;
18. Изучение гироскопа.

Рекомендуемая литература

Основная

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. В 5 т. Т. 1. Механика. / Сивухин Д.В. М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ. 2005. 560 с.
2. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. / Матвеев А.Н. М.: ОНИКС 21 век: Мир и образование. 2003. 432 с.
3. Стрелков С.П. Механика. / Стрелков С.П. СПб.:Лань. 2005. 560 с.
4. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. / Иродов И.Е. М.:БИНОМ. 2010. 431 с.
5. Физический практикум. Под редакцией Кембровского Г.С. / Саржевский А.М. и др. Мн.: Университетское. 1986. 351 с.

6. Хайкин С.Э. Физические основы механики. / Хайкин С.Э. М.: Наука. 1971. 752 с.

Дополнительная

1. Савельев И.В. Курс общей физики. В 5 т. Т. 1. Механика / Савельев И.В. М.: Астрель, АСТ. 2002. 336 с.
2. Петровский И.И. Механика. / Петровский И.И. Мн.: Университетское. 1973. 325 с.
3. Иродов И.Е. Основные законы механики. / Иродов И.Е. М.: Высшая школа. 1997. 312 с.
4. Р.Фейнман, Р.Лейтон, М.Сэндс. Фейнмановские лекции по физике. Вып. 1. / Р.Фейнман и др. М.: Мир. 1967. 168 с
5. Р.Фейнман, Р.Лейтон, М.Сэндс. Фейнмановские лекции по физике. Вып. 2. / Р.Фейнман и др. М.: Мир. 1967. 168 с.
6. Киттель Ч., Наит У., Рудерман М. Берклеевский курс лекций: Механика. Т. 1. / Киттель Ч. и др. М.: Наука. 1983. 448 с.
7. Варыкаш В.М. і інш. Кіраўніцтва да рашэння задач па агульнай фізіцы. / Варыкаш В.М. і інш. Мн.: Вышэйшая школа. 1995. 297 с.
8. Фирганг Е.В. Руководство к решению задач по курсу общей физики. / Фирганг Е.В. М.: Высшая школа, 1977. 352 с.
9. Зайцева А.М. Задачник-практикум по общей физике. Механика. / Зайцева А.М. М.: Просвещение, 1972. 180 с.